

На правах рукописи  
УДК 574: 581.9: 502.654

Глазырина Маргарита Александровна

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В УСЛОВИЯХ ОТВАЛОВ И КАРЬЕРОВ  
ОТКРЫТЫХ УГОЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК  
(НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА)

03.00.16 - экология,  
03.00.05 - ботаника

*Глазырина*

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Екатеринбург  
2002

Работа выполнена в Уральском государственном университете им. А. М. Горького

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, старший научный  
сотрудник  
ЧИБРИК ТАМАРА СЕМЕНОВНА

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор  
МАХНЕВ АФРИКАН КУЗЬМИЧ


доктор биологических наук, профессор  
КУЛАГИН АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ

Ведущая организация:

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН

Защита диссертации состоится "10" декабря 2002 года в 16 часов на  
заседании Диссертационного совета Д 004.005.01 в Институте экологии растений и  
животных УрО РАН по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии растений и  
животных УрО РАН

Автореферат разослан "09"  сентября 2002 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Нифонтова М. Г.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность проблемы.** Добыча полезных ископаемых открытым способом в России ведется давно, при этом возникают огромные по площади нарушения земельных угодий, образуются **карьерно-отвалы**ные комплексы различного типа, на которых полностью уничтожаются растительный и почвенный покровы.

В связи с этим, большое значение имеет изучение процесса восстановления разнообразия флоры и растительности данных нарушенных территорий, формирования фитоценозов, а также создание научно обоснованной системы мероприятий по сохранению и поддержанию биологического разнообразия на нарушенных промышленностью землях при их самозарастании и биологической рекультивации.

**Цель и задачи исследования.** Цель нашего исследования заключалась в определении современного состояния флоры и растительности нарушенных территорий в Челябинском угольном бассейне (ЧУБ) и оценке их способности к самовосстановлению в процессе естественных сукцессии и после биологической рекультивации, проведенной в Коркинском угольном карьере. Для этого необходимо было решить следующие задачи:

1. Выявить видовой состав и провести сравнительный анализ локальных флор отвалов и карьеров открытых угольных разработок по систематической и биоэкологической **структурам**, дать характеристику их динамики.
2. Изучить закономерности формирования фитоценозов в процессе самозарастания нарушенных территорий и трансформации созданных экспериментальных **культур фитоценозов**.
3. Дать характеристику и провести анализ состояния интродуцированных ценопопуляций многолетних трав, используемых в целях биологической рекультивации - *Onobrychis arenaria*, *Medicago media*, *Bromopsis inermis*.
4. Дать характеристику и провести анализ состояния интродуцированной ценопопуляций **скально-горно-степного** субэндемика Урала *Dianthus acicularis*.
5. Дать оценку экспериментальных посадок.

**Научная новизна и теоретическая значимость работы.** Получены новые, оригинальные данные о видовом составе, структуре и направленности формирования флоры и растительности территорий, нарушенных при добыче угля открытым способом, о закономерностях формирования фитоценозов в процессе самозарастания нарушенных территорий

и трансформации созданных экспериментальных **культурфитоценозов**, о жизнеспособности **интродуцированных** ценопопуляций многолетних трав, используемых в целях биологической рекультивации - ***Onobrychis arenaria***, ***Medicago media***, ***Bromopsis inermis***, а также **интродуцированной** ценопопуляций **скально-горно-степного** субэндемика ***Dianthus acicularis***.

Научные результаты имеют теоретическое значение в качестве экологической основы биологической рекультивации отвалов и карьеров открытых угольных разработок. Полученные результаты позволяют ближе подойти к решению научной проблемы комплексной эколого-биологической оценки адаптации местных и интродуцированных видов высших сосудистых растений и их сообществ как части фундаментальной проблемы восстановления **автотрофного** блока техногенных экосистем. Полученные данные могут быть использованы для сравнительной оценки флористического разнообразия на локальном и региональном уровнях, а также в обобщающих трудах по флоре Южного Урала.

**Практическая значимость.** Материалы диссертации содержат оценку современного состояния растительного покрова на нарушенных землях при добыче **угля** открытым способом в ЧУБ, а также оценку перспективности использования некоторых испытанных видов многолетних трав, деревьев и кустарников для целей биологической рекультивации не только **Коркинского** карьера, а и других нарушенных земель ЧУБ. Выявлено ряд редких и исчезающих видов, которые могут быть **интродуцированы** в условиях нарушенных промышленностью земель.

Сведения о разнообразии и динамике растительности отвалов и карьеров, а также собранный научный гербарий используется в учебной и научной работе кафедры экологии УрГУ.

Работа выполнялась как раздел комплексных исследований по темам: "Разработка способов биологической рекультивации на нарушенных промышленностью землях"; "Исследование состава, структуры и биоразнообразия фитоценозов техногенных ландшафтов (на примере Урала)" Проблемной лаборатории антропогенной динамики экосистем и биологической рекультивации при кафедре экологии УрГУ в рамках программы НИР, а также программы РФФИ "Урал" грант № 01-04-96426. Результаты этих исследований вошли в отчеты лаборатории.

Положения, выносимые на защиту:

1. Флора нарушенных земель открытых угольных разработок ЧУБ характеризуется более низким, в сравнении с естественной флорой, видовым разнообразием.

2. На нарушенных землях открытых угольных разработок ЧУБ, сложенных породами малопригодными и непригодными для биологической рекультивации, формируется преимущественно многолетняя, мезофит-

ная, анемохорная, **сорно-рудеральная**, травянистая растительность. На части территорий наблюдается формирование лесных фитоценозов паркового либо аллеяного типа.

3. Особенности зарастания нарушенных земель по тому или иному типу определяются эдафотопом и условиями заноса семян.

4. Перспективные виды для биологической рекультивации Коркинского угольного карьера *Bromopsis inermis*, *Onobrychis arenaria* и *Medicago media* способны натурализоваться на малопригодных с примесью потенциально плодородных породах. Посевы данных видов сохраняются более 20 лет в удовлетворительном состоянии.

5. Умелое моделирование экотопов в карьере, посев многолетних трав, посадка деревьев и кустарников подходящего ассортимента способствуют увеличению видового и фитоценотического разнообразия растительного покрова карьера и ускоряют его формирование на 15–20 лет.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были представлены на: I-ом Всероссийском научном молодежном симпозиуме "Безопасность биосферы-97" (Екатеринбург, 1997); научной конференции "Б. П. Колесников - выдающийся отечественный лесовед и эколог. К 90-летию со дня рождения" (Екатеринбург, 1999); конференции молодых ученых "Биосфера и человечество", посвященной памяти Н. В. Тимофеева-Ресовского (Екатеринбург, 2000); Международном совещании "Проблемы охраны растительного мира Сибири" (Новосибирск, 2001); Международном совещании "Биологическая рекультивация нарушенных земель" (Екатеринбург, 2002).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 работ, из них 4 статьи и 15 тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, приложений. Работа изложена на 114 страницах машинописного текста, содержит 36 таблиц и 23 рисунков, а также приложений объемом 73 страниц. Библиография включает 226 наименований отечественных и зарубежных авторов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В данной главе приводится обзор литературы, посвященной изучению общих и частных вопросов флоры и растительности, процессов самозарастания нарушенных территорий, а также ценопопуляций культурфитоценозов, созданных при биологической рекультивации.

## ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Общая характеристика природных условий Челябинского буроугольного бассейна и Коркинского угленосного района

ЧУБ находится в пределах лесостепной зоны и расположен на границе восточного склона Южного Урала и Зауральской равнины (Зауральский пенеплен). Площадь бассейна 1300 км<sup>2</sup>. Открытые разработки сосредоточены в центральной и южной части бассейна. В главе приводится характеристика природно-климатических условий, почвенного и растительного покровов ЧУБ. Климат района резко континентальный, умеренно холодный. Годовое количество осадков очень неустойчиво (250–400 мм в год). Даны общая и агрохимическая характеристики пород и **грунтосмесей** изученных объектов ЧУБ, разработана классификация пород по степени пригодности для биологической рекультивации, подавляющее большинство которых, согласно ГОСТу (ГОСТ 17.5.1.03-86), отнесено к группам малопригодных и непригодных.

### 2.2. Краткая характеристика Коркинского и Батуринокого угольных карьеров

Коркинский карьер представляет собой многоуступную чашевидную выемку размерами 3 x 2,2 км. Площадь его свыше 800 га, форма округлая, слегка вытянутая в широтном направлении, глубина его составляет более 500 м. Объем **внутрикарьерного** пространства достигает около 1 млрд. м<sup>3</sup>. Поверхность карьера сложена преимущественно запесоченными глинами, продуктами выветривания песчаников, аргиллитов и алевролитов.

**Батуринский** карьер представляет собой многоуступную выемку, вытянутую в направлении **север–юг**. Максимальная глубина 181 м. Поверхность сложена разнообразным сочетанием серых третичных глин, четвертичных суглинков, глин и песков, опок и **опоковидных** глин, аргиллитов и алевролитов, углистых аргиллитов и углистых алевролитов, конгломератов.

Для карьеров характерен сложный гидрологический режим. Стратиграфическое строение этих двух месторождений сходно. Промышленная угленосность связана с нижнемезозойскими отложениями.

### 2.3. Краткая характеристика Коркинских и Красносельского железнодорожных отвалов

Общая площадь Коркинских отвалов составляет 1160 га, максимальная высота – 115 м. Склоны отвалов почти по всему периметру крутые. Вывоз пород на отвалы ведется до настоящего времени.

Верхние уступы отвалов образованы **грунтосмесями** с самых глубинных слоев. Преобладающий породный состав на отвале №1 - **аргил-**

литы, алевролиты, песчаники и **запесоченные** глины; на отвале №2, аргиллиты, алевролиты, углистые аргиллиты и сланцы.

Работы на Красносельском отвале были прекращены в 1972 г. Отвальные площади представляют собой относительно выровненные пространства с колебанием рельефа на поверхности в виде гряд в 1-2 м высотой. Площадь отвала 236 га, максимальная высота 37 м. Преобладающий породный состав на Красносельском отвале - аргиллиты, песчаники и глины в смеси с четвертичными суглинками.

### ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА РАБОТЫ

Исследования основаны на долголетних наблюдениях над объектами (1988-2000 гг.) и сопоставлены с ранее полученными данными, опубликованными другими сотрудниками лаборатории. Естественное зарастание изучалось на разновозрастных участках отвалов и карьеров. Обследование площадей проводилось детально-маршрутным методом. Выделено и описано более 250 ключевых участков по стандартной геоботанической методике с использованием рекомендаций А. А. Корчагина (1964), В. М. Понятовской (1964). Встречаемость видов оценивалась методом Раункиера путем закладки серии площадок (от 10 до 50) округлой формы по 0,1 м<sup>2</sup>. Выделение стадий сингенеза производилось на основе схемы, предложенной А. Г. Вороновым и Л. Н. Тагуновой (1957), А. Г. Вороновым (1963, 1973) с уточнением Л. Я. Курочкиной и В. В. Вухреп (1987). На участках с выраженным древесным ярусом определялся видовой состав древесных, их количество, **высота**, диаметр ствола на уровне 1,3 м. Подсчитывалось количество подроста и измерялась его высота. Собрано более 600 листов гербария. Био- и экоморфологическая характеристика видов дана по литературным данным и с учетом личных наблюдений. Составлен флористический список. Название видов растений приводится по сводке С. К. Черепанова (1981). Порядок расположения семейств растений в списке соответствует системе Кронквиста - Л. А. Тахтаджяна. Составлены схемы формирования растительности.

В Коркинском карьере проведены исследования **культурфитоценозов** на участках, расположенных на глубине 14 (I участок) и 64 м (II участок) от дневной поверхности (юго-западный и южный борт соответственно), заложенных сотрудниками **лаборатории** промышленной ботаники в 1979 г. Прослежена трансформация экспериментальных посевов с подробным **ценопопуляционным** анализом наиболее перспективных видов: *Bromopsis inermis*, *Onobrychis arenaria* и *Medicago media* с использованием общепринятых методов (**Ценопопуляции ...**, 1976-1988; Злобин, 1989). Изучение **ценопопуляции** *Dianthus acicularis*

проводилось с помощью ленточных **трансект** (шириной 50 см) по общепринятым геоботаническим методикам (Корчагин, 1964; Понятовская, 1964; Работнов, 1964). На 227 раункиеровских площадках ( $S=0,25 \text{ м}^2$ ) было проведено картирование гвоздики. Составлена схема распространения данного вида. Для характеристики популяции использовались показатели соотношения возрастных групп и индекс плотности (число особей на  $1 \text{ м}^2$ ) (Горчаковский, Степанова, 1994).

Данные обработаны на ЭВМ с использованием пакета стандартных программ.

Определение качества семян проводилось в соответствии с ГОСТами (ГОСТ 12038–66, ГОСТ 12042–66, ГОСТ 24933.0-81- ГОСТ 24933.3-81) и статьями Л. И. Томиловой (1976) и Т. И. Плаксиной (1980).

## **ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ОТВАЛОВ И КАРЬЕРОВ ОТКРЫТЫХ УГОЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК**

### **4.1. Восстановление фиторазнообразия на нарушенных землях открытых угольных разработок ЧУБ**

Флора открытых угольных разработок ЧУБ представлена следующими отделами высших растений: **Bryophyta**, **Pteridophyta**, **Gymnospermae**, **Angiospermae**. Отдел **Bryophyta** представлен классом **Bryopsida**, семействами: **Entodontaceae** и **Polytrichaceae**, которые содержат по одному виду. Данный отдел в последующий анализ не включен. Отдел **Pteridophyta** включает в себя класс **Equisetopsida**, семейство **Equisetaceae**. Отдел **Gymnospermae** представлен классом **Coniferopsida**, семейством **Pinaceae**. Отдел **Angiospermae** составляет 95,92 % флоры, что включает в себя 47 семейств, классу **Magnoliopsida** принадлежат 37 семейств, 10 - классу **Liliopsida**.

Уровень видового богатства сосудистых растений составил 368 видов, 194 рода (табл. 1). К группе, насчитывающей более 10-ти видов, принадлежит 8 основных семейств, на долю которых приходится 67,14 % от общего числа видов и 59,79 % от общего числа родов. Преобладание маловидовых семейств говорит о миграционном характере изучаемой флоры. Соотношение показателей систематического разнообразия (**в/р:в/с:п/с**) изучаемой флоры составило 1,8:7,1:4,0, что значительно отличает ее от соотношения показателей флоры Челябинской области (3,0:14,0:4,7) (по данным К. Г. Малютина, 1960). Коэффициент видовой насыщенности флоры отвалов и карьеров меньше в 1,7 раза, видовой насыщенности семейства в 2, родовой насыщенности семейства в 1,2 раза.



Таблица 1

Систематическая структура парциальных флор отвалов и карьеров  
открытых угольных разработок ЧУБ (по 10 ведущим семействам)

Семейство	Коркинский карьер			Батури́нский карьер			Коркинские отвалы 1-2			Красносель- ский отвал			Общий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Asteraceae	49	28	19,76	43	25	22,99	50	26	20,92	41	22	22,28	66	31	17,94
Poaceae	33	18	13,31	26	13	13,90	28	17	11,72	22	15	11,96	41	21	11,14
Rosaceae	13	6	5,24	5	2	2,67	20	11	4,60	14	8	7,61	29	12	7,88
Fabaceae	24	10	9,68	15	7	8,02	20	9	4,60	18	9	9,78	28	10	7,61
Brassicaceae	21	15	8,47	12	11	6,42	15	13	6,28	8	5	4,35	26	18	7,07
Caryophyllaceae	15	9	6,05	5	5	2,67	8	7	3,35	3	3	1,63	21	12	5,71
Chenopodiaceae	10	5	4,03	17	8	9,09	9	5	3,77	6	4	3,26	19	9	5,17
Polygonaceae	7	2	2,82	9	3	4,81	10	2	4,18	8	2	4,35	17	3	4,62
Apiaceae	6	6	2,42	5	5	2,67	5	5	2,09	5	5	2,72	9	9	2,45
Salicaceae	9	2	3,63	5	2	2,67	7	2	2,93	6	2	3,26	9	2	2,45
Общее число:															
видов (в)	248			187			239			184			368		
родов (р)	151			118			149			118			194		
семейств (с)	43			34			44			38			49		

Примечание: 1 - число **видов**, 2 - число родов, 3 - % от общего числа видов.

При рассмотрении парциальных флор отдельных объектов установлено, что на отвалах сформировалась их однотипная систематическая структура (табл.1). Структура парциальной флоры **Батури́нского** карьера отличается своеобразием. Здесь выходит на третье место по числу видов семейство *Chenopodiaceae*, что связано с приуроченностью видов данного семейства к засоленным субстратам, что характерно для Батури́нского карьера. Парциальная флора Коркинского карьера отличается большим видовым разнообразием семейства *Caryophyllaceae*, что связано с искусственным внедрением видов данного семейства в ходе проведения экспериментов по биологической рекультивации (1976–1982 гг.). Анализ динамики систематической структуры парциальных флор объектов за 13 лет показал, что с возрастом происходит увеличение доли участия и разнообразия видов древесных растений. Видовое разнообразие древесных увеличилось: в Коркинском карьере - в 8 раз, в Батури́нском - в 4, на Коркинских отвалах - в 5,75, на Красносельском отвале - в 3,14 раза.

Индекс видового сходства **Чекановского–Сьеренсена** (Песенко, 1982) парциальных флор изученных объектов изменяется от 0,60 до 0,81. Сравнение коэффициентов **Чекановского–Сьеренсена** с полученными ранее (Чибрик, Елькин, 1991) показывает увеличение числа видов и величин коэффициентов на всех анализируемых техногенных объектах. Вероятно, происходит процесс конвергенции парциальных флор, сопровождающийся увеличением сходства.

Анализ биоэкологической структуры парциальных флор открытых угольных разработок ЧУБ показал, что на нарушенных землях формируется преимущественно многолетняя, мезофитная, анемохорная, **сорно-рудеральная**, травянистая растительность. Многолетние растения составляют 244 вида (66,31 % от общего числа видов), мезофиты - 187 (50,81 %), **анемохоры** - 158 видов (42,94 %). Среди разнообразия цено-тических групп, обусловленного большой **пестротностью** и разным возрастом местообитаний, преобладают **сорно-рудеральные** и луговые виды - 87 (23,64 %) и 69 видов (18,75 %) соответственно. Доля участия **сорно-рудеральной растительности** выше во флоре Батури-нского карьера. Красносельский отвал занимает первые позиции по доле участия групп лесных, **лесо-степных**, степных и переувлажненных местообитаний.

Доля **галофитов** от общего числа видов невелика - 8,97 %. Число их колеблется от 11 (Красносельский отвал) до 25 видов (Батури-нский карьер). Необходимо отметить, что галофитов больше в сложении флор карьеров (в 1,3–2,3 раза), чем отвалов.

Для географического анализа использовали метод биогеографических координат, разработанный Б. А. Юрцевым (1968). В географической структуре **ареалогических** широтных групп преобладают **бореальная** и **полюзональная** 41,03 % (151 вид) и 27,99 % (103 вида) соответственно. **лесостепная** широтная группа занимает лишь третье место по числу видов (57 видов - 15,49 %). Доля **бореальных** видов выше в Коркинском карьере, **полюзональных** - в Батури-нском, **лесостепных** и **неморальных** - на Красносельском отвале, а **степных** - на Коркинских отвалах 1-2. Среди **ареалогических** долготных групп существенно выделяется **евразийская** группа 47,55 % (175 видов), значительно отстают от нее **европейская**, **циркумполярная** и **плюрирегиональная** группы - 63 вида (17,12 %), 50 (13,59 %) и 39 (10,60 %) соответственно.

#### 4.2. Динамика фитоценозов, **формирующихся** на нарушенных землях открытых угольных разработок ЧУБ

Схема формирования фитоценозов на изученных объектах составлена по их фактическому состоянию с точной фиксацией их возраста по маркшейдерским данным.

Коркинские отвалы. При благоприятных условиях заноса семян в течение 1-2 лет формируются **фитоценозы** однолетников с проективным покрытием (п.п.) до 80-100 %. На стадии сложной растительной группировки в ряде сообществ наблюдаются групповые заросли ив, единично береза и осина. С возрастом фитоценозов при наличии источника семян внедрение деревьев и кустарников продолжается, а их эдификаторная роль усиливается. На сильно переувлажненных участках с за-

стойной водой или у подножия отвалов на выходе фунтовых вод, первоначально формируются заросли тростника высотой до 2 м. По мере высыхания подобных участков заросли тростника сменяются **разнотравно-вейниково-тростниковыми, разнотравно-тростниково-вейниковыми, разнотравно-вейниково-критезоновыми и вейниковыми** сложными растительными группировками и фитоценозами. Эта последовательность может нарушаться образованием **злаково-разнотравных** растительных группировок, находящихся на разной стадии формирования.

По флористическому составу и структуре наиболее близкими к близлежащим зональным фитоценозам являются 20-25-летние **разнотравно-мятликовые фитоценозы**, которые формируются на потенциально плодородных породах. На участках этого возраста, **сложенных** породами малопригодными для биологической рекультивации удерживаются **вейниковые** фитоценозы часто с обедненным видовым составом, с ясно выраженным доминированием *Calamagrostis epigeios*, порой по типу **одновидовых** зарослей. На части территорий наблюдается формирование лесных фитоценозов паркового типа.

Красносельский отвал. Для отвала характерны три направления зарастания: 1-е - травянистые **разнотравно-злаково-вейниковые** сложные группировки и фитоценозы; 2-е - травянистые разнотравно-злаково-вейниковые сложные группировки и фитоценозы с единичными деревьями и кустарниками; 3-е -- лесные фитоценозы с **разнотравно-злаково-вейниковым** травянистым ярусом. Особенности зарастания по тому или иному направлению определяются эдафотопом и условиями заноса семян. На отвале идет регулярный выпас скота, поэтому в некоторых сообществах наблюдаются элементы пастбищной дигрессии.

Коркинский карьер. В условиях карьера мы имеем дело с многообразием экотопов и с разной степенью сформированности фитоценозов. Начальным этапом формирования растительности в карьере является кохиевая простая группировка. Далее возможно развитие сообщества в двух направлениях: 1-е - при постоянном довольно сильном увлажнении через ряд промежуточных этапов формируются тростниковые сообщества с высоким п.п.; 2-е - на верхних уступах карьера через стадию **разнотравно-донниково-полынной** сложной растительной группировки в зависимости от возраста и эдафических условий формируются: **разнотравно-пырейные, разнотравно-мятликовые** либо **разнотравно-вейниковые** фитоценозы. На части территорий наблюдается формирование лесных фитоценозов аллейного типа. Формирующиеся растительные сообщества довольно близки к зональным.

**Батуринский** карьер. На формирование растительности в карьере **большой** влияние оказывает засоленность субстратов. Отмечено два

основных направления формирования: 1-е - на сильнозасоленных субстратах, 2-е — на слабозасоленных и незасоленных субстратах. На сильнозасоленных, умеренно увлажненных субстратах начальным этапом формирования является разнотравная простая группировка, на месте которой, через ряд промежуточных стадий формируется тростниковое растительное сообщество с высоким п.п. На сильнозасоленных субстратах с различной степенью увлажнения в зависимости от глубины и возраста, через промежуточные стадии, формируются разнотравные и разнотравно-злаковые растительные сообщества. На сухих слабозасоленных субстратах формируются **разнотравно-вейниковые** и **вейниковые** растительные сообщества, а на незасоленных субстратах верхних уступов - **разнотравно-пырейные** растительные сообщества, находящиеся на разных стадиях формирования.

#### **4.3. Характеристика растительных сообществ нарушенных земель открытых угольных разработок ЧУБ**

В данном разделе рассматривается формирование фитоценозов на железнодорожных отвалах **Коркинского** и **Красносельского** угольных карьеров, а также в **Коркинском** и **Батурином** карьерах в процессе самозарастания. **Фитоценозы**, возникшие в процессе самозарастания, - результат сложного взаимодействия зонально-климатических и конкретных экологических условий. Флористический состав формирующихся сообществ в значительной степени определяется условиями местообитания, и в первую очередь эдафическими. Следует также подчеркнуть важную роль окружающей растительности в этом процессе, являющейся источником заноса диаспор.

Проведенные наблюдения позволили составить общую схему формирования растительности ЧУБ (рис. 1).

#### **4.4. Характеристика экспериментальных посевов в Коркинском угольном карьере**

20-летние наблюдения за экспериментальными посевами показали, что особый интерес представляют многолетние виды *Bromopsis inermis*, *Onobrychis arenaria* и *Medicago media* способные натурализоваться в условиях карьера. Неоднородность **эколого-фитоценологических** условий (условия увлажнения, свойства **грунтосмеси**, преобладающие **виды-дикоросы** и др.), характеризующая экспериментальные участки, обуславливает различия в структуре **ценопопуляций** изучаемых видов. Пространственная структура ценопопуляций *Bromopsis inermis*, *Onobrychis arenaria* и *Medicago media* характеризуется вертикальной и горизонтальной неоднородностью, что проявляется в дифференциации ценобионтов по высоте и равномерном или неравномерном размещении особей в пределах **культурфитоценозов**. Так плотность ценобионтов

Группы пригодности пород	Свойства субстрата	ВОЗРАСТ УЧАСТКОВ, лет					
		1-5	6-10	11-20	21-30	30-40	50 и старше
Непригодные	Сильнокислый и засоленный	Растительность отсутствует					
Непригодные с примесью малопригодных	Кислый и слабо-кислый, сильно-засоленный	Разнотравно-злаково-кохиевые растительные группировки (РЗК)					
		Злаково-разнотравные и разнотравные растительные группировки галофитного типа					! Единичные деревья и кустарники (береза, осина, ива)
Малопригодные с примесью непригодных	Слабо- и средне-засоленный,	Разнотравно-злаково-кохиевые растительные группировки					
	слабокислый,	Злаково-разнотравные и разнотравные растительные группировки галофитного типа					
	нейтральный	Разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные растительные сообщества				Единичные деревья и кустарники; лесные фитоценозы аллейного и паркового типа (береза, осина, ива)	
Малопригодные с примесью потенциально плодородных	Незасоленный, слабокислый, нейтральный	РЗК					
		Злаково-разнотравные и разнотравные растительные группировки					
		Разнотравно-злаковые растительные сообщества			Злаково-разнотравные растительные сообщества		
		Разнотравно-злаково-вейниковые растительные сообщества (I, II, III, IV)					
		Единичные деревья и кустарники. Лесные фитоценозы аллейного и паркового типа (береза, осина, ива)					

Рис. 1. Схема формирования растительности ЧУБ

Примечание: I - разнотравно-вейниковые, II - разнотравно-овсяницево-вейниковые, III - разнотравно-мятликово-вейниковые, IV - разнотравно-критезоно-вейниковые.

*Bromopsis inermis* больше на **I-ом** участке. Наблюдается зависимость плотности от культуры-предшественника (табл.2). Со временем происходит уменьшение общего числа побегов независимо от участка. Преобладают вегетативные **ценобионты**. Растения *Bromopsis inermis*, выращенные в условиях карьера, образуют доброкачественные семена: всхожесть семян изменяется в зависимости от участка и года сбора - от 74,5 до 83 % (1990 г.) и от 74 до 76 % (1994 г.).

Таблица 2

Плотность *Bromopsis inermis* по **ценопопуляциям**

Участок	Культура предшественник	Число <b>ценобионтов</b> , шт.		Число побегов, шт. на 1 м <sup>2</sup>			
		lim на 0,1 м <sup>2</sup>	среднее на 0,1 м <sup>2</sup>	генеративные		вегетативные	
				штук	%	штук	%
I	<i>Onobrychis arenaria</i>	<u>11-56</u> 0-50	<u>38,8</u> 24,0	<u>159</u> 37	<u>41,0</u> 15,4	229 203	<u>59,0</u> 84,6
	<i>Bromopsis inermis</i>	<u>0-27</u> 0-36	<u>14,4</u> 11,5	28 11	<u>19,4</u> 9,6	<u>116</u> 104	<u>80,6</u> 90,4
II	<i>Bromopsis inermis</i>	<u>0-40</u> 0-20	<u>5,1</u> 4,1	<u>2</u> 3	<u>3,9</u> 7,3	<u>49</u> 38	<u>96,1</u> 92,7

Примечание: в числителе приведены данные за 1989 г., в знаменателе - 1993 г.

Плотность ценобионтов *Onobrychis arenaria* составила: на **I-ом** участке 64 особи (659 побегов) на 8 м<sup>2</sup>, на **II-ом** - 62 особи (1523 побега) на 8 м<sup>2</sup>. Ценопопуляция данного вида на **I-ом** участке характеризуется **двувёршинным** возрастным спектром, содержащим две модальные группы. Первая группа относится к молодой, вторая - к старой части ценопопуляции, что характерно для длительно живущих **стержнекорневых** многолетников с регулярным семенным возобновлением. Основная масса растений находится в генеративном состоянии (78,1 %). Отклонение распределения по возрастному спектру в сторону увеличения числа генеративных особей, возможно, объясняется ежегодным скашиванием, что мешает естественному процессу семенного возобновления. Для ценопопуляции 11-ого участка характерен левосторонний спектр, абсолютный максимум в нем приходится на молодые особи (62,3 %). На наш взгляд ценопопуляция *Onobrychis arenaria* на **I-ом** участке является нормальной полночленной, на **II-ом** - инвазионной (Работнов, 1945). Растения *Onobrychis arenaria*, выращенные в условиях карьера, образуют доброкачественные семена: всхожесть семян изменяется в зависимости от участка и года сбора - от 85 до 93 % (1990 г.) и от 36,5 до 77 % (1994 г.). На **Н-ом** участке пополнение банка семян происходит постоянно и не нарушается скашиванием.

*Medicago media* на **I-ом** и **II-ом** участках представлена в двух ярусах и создает аспект. Растения неравномерно распределены по площади, при достаточно большой плотности - 268 особей (1558 побегов) на 8 м<sup>2</sup>.

Значительно преобладают вегетативные особи - 84 %, т.е. ценопопуляция является инвазионной. Возрастная и морфологическая структуры ценопопуляций *Bromopsis inermis*, *Onobrychis arenaria* и *Medicago media* в целом отражают удовлетворительную жизненность. Данные виды на малопригодных породах образуют долголетние **культурфитоценозы**, сохраняющиеся в удовлетворительном состоянии около 20 лет, проходят весь жизненный цикл развития. Признаки деградации культурфитоценозов начинают проявляться не ранее 10-летнего возраста.

#### **4.5. Структура интродуцированной ценопопуляций**

##### ***Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. в Коркинском угольном карьере**

В данном разделе приведены результаты исследований ценопопуляций *Dianthus acicularis* в условиях **Коркинского угольного карьера**, которая имеет сложную пространственную, возрастную и морфологическую структуру. При изучении возрастной структуры ценопопуляций данного вида удалось выделить группы возрастных состояний: **pl, j, im (прегенеративные), g1, g2, g3, ss и g3v (генеративные вегетирующие)**. Прослежена динамика возрастной структуры. На наш взгляд ценопопуляция *Dianthus acicularis* является нормальной полночленной. Проведенные наблюдения показали, что вид за 18–20 лет прошел жизненный цикл в условиях карьера. Все это дает основание предположить, что найдена новая экологическая ниша для данного вида.

#### **4.6. Результаты инвентаризации посадок деревьев и кустарников в Коркинском угольном карьере**

В результате проведенной инвентаризации через 20 лет после посадки, установлена сохранность 13 видов. Разработана и проведена **3-балльная** оценка состояния деревьев и кустарников. Из испытанных видов для биологической рекультивации в лесостепной зоне рекомендуются яблоня сибирская, лох узколистный, облепиха крушиновидная, акация желтая, которые за 20-25 лет показали хорошую сохранность и рост, перешли к интенсивному вегетативному (облепиха) и семенному (другие виды) возобновлению. Удовлетворительные показатели при наличии семенного возобновления показали жимолость татарская, кизильник черноплодный, снежнаягодник.

### **ВЫВОДЫ**

**1. Нарушенные** территории открытыми разработками ЧУБ сложены преимущественно породами малопригодными и непригодными для биологической рекультивации по физическим и химическим свойствам. Темп и интенсивность их самозаращения лимитируется эдафическими условиями.

**2. Флора** нарушенных земель открытых угольных разработок ЧУБ характеризуется более низким, в сравнении с естественной флорой,

видовым разнообразием. Здесь формируется преимущественно многолетняя, мезофитная, анемохорная, сорно-рудеральная, травянистая растительность.

3. Для Коркинских отвалов характерно преобладание травянистого типа зарастания: разнотравно-злаковые простые, элементарные сложные и сложные группировки и **фитоценозы**. На части территорий наблюдается формирование лесных фитоценозов паркового типа, что связано с возможностью заноса семян древесных видов. Для ускорения процессов зарастания данных отвалов необходима биологическая рекультивация.

4. Для Красносельского отвала характерны три направления зарастания: 1-е - травянистые **разнотравно-злаково-вейниковые** сложные группировки и фитоценозы; 2-е - травянистые разнотравно-злаково-вейниковые сложные растительные группировки и фитоценозы с единичными деревьями и кустарниками; 3-е - лесные фитоценозы с **разнотравно-злаково-вейниковым** травянистым ярусом. Особенности зарастания по тому или иному направлению определяются эдафотопом и условиями заноса семян.

5. Формирование растительности Коркинского угольного карьера идет по четырем основным направлениям, в результате которых формируются следующие растительные сообщества: **разнотравно-мятликовые, разнотравно-вейниковые**, тростниковые и **разнотравно-пырейные** фитоценозы. На части территорий наблюдается формирование лесных фитоценозов аллейного типа.

6. Формирование растительности Батуринского угольного карьера идет по четырем направлениям: образуются разнотравно-вейниковые, тростниковые, разнотравно-мятликовые растительные сообщества, на заселенных субстратах - простые разнотравные группировки.

7. Проведенные эксперименты позволили убедиться в возможности создания **культурфитоценозов** в угольном карьере при минимальных затратах на улучшение свойств субстрата и подобрать ассортимент многолетних трав, деревьев и кустарников для этих целей. Умелое моделирование экотопов в карьере, посев многолетних трав, посадка деревьев и кустарников подходящего ассортимента способствуют увеличению видового и **фитоценотического** разнообразия растительного покрова карьера и ускоряют его формирование на 15–20 лет.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Чибрик Т. С., Шмелева М. А. Некоторые закономерности формирования фитоценозов техногенных ландшафтов Урала // Растения и промышленная среда. Екатеринбург: УрГУ, 1992. С. 156–200.



2. Глазырина М. А. Биологическая рекультивация Коркинского угольного разреза // Механизмы поддержания биологического разнообразия: Матер. конф., Екатеринбург: Изд-во "Екатеринбург", 1995. С. 41–44.

3. Третьякова А. С., Глазырина М. А. Структура и жизнеспособность ценопопуляции костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub) в условиях Коркинского угольного разреза // Механизмы поддержания биологического разнообразия: Материалы конф., Екатеринбург: Изд-во "Екатеринбург", 1995. С. 159–161.

4. Чибрик Т. С., Глазырина М. А. Адаптационная роль семенного размножения при интродукции видов в неоекотоп // Проблемы репродуктивной биологии растений: Тезисы докладов симпозиума (Пермь, 4–6 июня 1996) / Перм. ун-т - Пермь, 1996.

5. Глазырина М. А., Пасынкова Е. В. Результаты интродукции эспарцета песчаного в условиях Коркинского угольного разреза // Материалы Первой Всероссийской конференции по ботаническому ресурсоведению, Санкт-Петербург: Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН (25–29 нояб. 1996 г.) СПб., 1996. С. 105.

6. Глазырина М. А. Структура ценопопуляции люцерны пестрогибридной (*Medicago media* Pers.) в экспериментальных посевах Коркинского угольного разреза // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Междунар. совещ., Екатеринбург, 26–29 авг. 1996 г. Екатеринбург: УрОРАН, 1997. С. 67–77.

7. Глазырина М. А., Пасынкова Е. В. Структура ценопопуляции эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC) в экспериментальных посевах Коркинского угольного разреза // Экологические исследования на Урале. Екатеринбург: УрГУ, 1997. С. 75–91.

8. Глазырина М. А. Структура интродуцированной популяции гвоздики иглолистной (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) в Коркинском угольном разрезе // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале. Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та, 2001 г. С. 120–134.

9. Глазырина М. А. Структура и динамика популяции гвоздики иглолистной (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) в Коркинском угольном разрезе // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий. Материалы Междунар. науч. конф. (Оренбург, 30–31 января, 2001 г.) Оренбург: ИПК "Газпром печать", 2001. С. 72–74.

10. Глазырина М. А., Чибрик Т. С. Систематический анализ флоры отвалов и карьеров открытых угольных разработок Челябинского бурого угольного бассейна // Проблемы охраны растительного мира Сибири: Тез. докл. Междунар. совещ. (Новосибирск, 21–24 августа 2001 г.). Новосибирск, 2001. С. 29–30.

*Глазырина -*